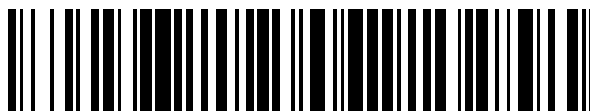


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 858**

51 Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)

A61B 17/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2013 PCT/IB2013/055267**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14002040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2013 E 13765447 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **18.11.2020 EP 2863853**

54 Título: **Dispositivo para operaciones quirúrgicas de vitrectomía**

30 Prioridad:

26.06.2012 IT PI20120074

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:

14.09.2021

73 Titular/es:

**ERRE QUADRO S.R.L. (100.0%)
Via Ponte a Piglieri, 8
56121 Pisa, IT**

72 Inventor/es:

**FANTONI, GUALTIERO;
RIZZO, STANISLAO y
CIAMPI, GIONATA**

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 658 858 T5

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para operaciones quirúrgicas de vitrectomía

Campo de la invención

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo para operaciones quirúrgicas de vitrectomía y, específicamente, a una sonda de vitrectomía.

[0002] En particular, la invención se refiere a un dispositivo médico específico que puede usarse para operaciones quirúrgicas oftálmicas, es decir, para tratar algunas enfermedades del ojo y, más en particular, para realizar operaciones quirúrgicas de vitrectomía.

Antecedentes de la invención

10 **[0003]** Como es bien sabido, una operación quirúrgica de vitrectomía es una operación oftálmica realizada cuando el humor vítreo se vuelve opaco debido a hemorragias, por ejemplo, después de una retinopatía diabética proliferativa, inflamación o debido a una fuerza de tracción aplicada en la retina o a la presencia de membranas u objetos extraños dentro del globo ocular. La operación quirúrgica de vitrectomía consiste tanto en retirar pequeños fragmentos de membranas de la superficie de la retina y del humor vítreo como en reemplazarlos usando un medio equivalente, llamado "sustituto vítreo".

[0004] El dispositivo básico para realizar dicha operación de vitrectomía es la sonda de vitrectomía, que es una guillotina neumática configurada para realizar las operaciones de retirada y escisión mencionadas anteriormente. La sonda de vitrectomía está dotada de:

- una empuñadura conformada para permitir al operador manejar adecuadamente la herramienta;
- 20 – un tubo externo que comprende una ranura fabricada en su propia superficie lateral próxima a un extremo del propio tubo externo;
- un tubo interno que se inserta dentro del tubo externo;
- un sistema de mando que crea una presión negativa, es decir un grado de vacío, dentro del tubo externo y el tubo interno, y hace que el tubo interno se mueva relativamente con respecto al tubo externo.

25 **[0005]** En particular, el sistema de mando, gracias a la sinergia de la presión negativa y el movimiento relativo mencionados anteriormente, permite que la sonda de vitrectomía succione el humor vítreo de tal manera que los fragmentos vítreos, atraídos por la succión, sean cortados por el borde móvil del tubo interno cuando el borde se solapa con la ranura fabricada en la superficie lateral del tubo externo.

[0006] Pueden encontrarse ejemplos de una sonda de vitrectomía en los documentos DE 102010050337 y U.S. 5,106,364.

30 **[0007]** Sin embargo, los dispositivos de la técnica anterior mencionados anteriormente presentan algunos inconvenientes relevantes.

[0008] Una primera desventaja importante es que las sondas de vitrectomía son muy difíciles de usar y se requiere gran experiencia y cuidado por parte del cirujano durante la operación quirúrgica, porque es muy difícil ajustar el caudal de succión con el fin de realizar una escisión precisa.

35 **[0009]** En particular, el tamaño y el número de fragmentos de humor vítreo extirpados por la sonda de vitrectomía dependen únicamente de los movimientos y la posición de la sonda, mientras la sonda esté ubicada dentro del ojo y, por lo tanto, solo dependen de la habilidad del cirujano.

[0010] De este modo, otro inconveniente es que la operación quirúrgica de vitrectomía requiere mucho tiempo, ya que la sonda de vitrectomía debe ser manejada de forma extremadamente precisa, lo que requiere movimientos muy lentos.

40 **[0011]** La operación también requiere mucho tiempo porque, con el fin de reducir el riesgo de errores, las sondas de vitrectomía deben ajustarse a una tasa de retirada muy baja, en la que el caudal cambia periódicamente de cero a un valor máximo en una ley sustancialmente sinusoidal, debido a la variación de solapamiento de ranuras.

[0012] Otra desventaja es que los costes de las operaciones de vitrectomía son bastante altos, debido a su larga duración.

45 **[0013]** Por ejemplo, en el documento WO2010118172, un tubo interno giratorio actúa como el orificio interno de las sondas de vitrectomía convencionales, aunque, debido a la longitud de las ranuras helicoidales, la fuerza de succión se reduce debido a características tales como la fricción, las turbulencias, etc. Además, el sistema se puede aplicar únicamente a sondas de vitrectomía rotatorias, y la succión tiene un comportamiento sinusoidal cuyo máximo está limitado por las características anteriormente mencionadas.

50 **[0014]** En los documentos WO2012059092 y US005106364, que parecen ser las patentes más estrechamente relacionadas con la invención, la succión se incrementa a través de múltiples orificios realizados tanto en el tubo externo como en el interno. Estas soluciones pueden aplicarse a sondas de vitrectomía tanto rotatorias como lineales/oscilantes. Sin embargo, en las realizaciones descritas, la succión presenta un comportamiento de onda cuadrada, y la fuerza de tracción continúa siendo pulsátil en consecuencia. Además, la extensión axial de los orificios en el tubo externo aumenta, lo que causa una pérdida de precisión.

Sumario de la invención

[0015] De hecho, el objeto técnico que subyace en la presente invención es una sonda de vitrectomía capaz de obviar sustancialmente los inconvenientes mencionados anteriormente.

5 **[0016]** En el contexto de este objeto técnico, un importante objetivo de la presente invención es proporcionar una sonda de vitrectomía que sea fácil y sencilla de usar.

[0017] Otro importante objetivo de la invención es proporcionar una sonda de vitrectomía que permita a los cirujanos realizar cirugías de vitrectomía de forma rápida y precisa.

[0018] Además, otro objetivo de la invención es proporcionar una sonda de vitrectomía que minimice las fuerzas de tracción oscilantes aplicadas en la retina durante las cirugías de vitrectomía.

10 **[0019]** El objeto técnico y los objetivos descritos anteriormente se consiguen mediante una sonda de vitrectomía de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones preferidas.

De acuerdo con la divulgación, una sonda de vitrectomía para retirar material del humor vítreo de un globo ocular comprende:

15 un tubo externo con un extremo cerrado y una superficie lateral, al menos un orificio de entrada que está provisto a través de dicha superficie lateral, dicho orificio de entrada ubicado próximo a dicho extremo cerrado y configurado para permitir que dicho material del humor vítreo entre en dicho tubo externo;

20 un tubo interno dispuesto en dicho tubo externo para moverse relativamente con respecto a dicho tubo externo, teniendo dicho tubo interno una abertura con un perfil cortante, a través de la cual dicho material del humor vítreo puede ser cortado y puede entrar en dicho tubo interno, estando configurado dicho tubo interno para estar conectado a una unidad de succión con el fin de retirar por succión cualquier material del humor vítreo que haya entrado en dicho tubo interno;

una unidad de accionamiento configurada para hacer que dicho tubo externo y dicho tubo interno se muevan relativamente uno con respecto al otro, de tal manera que dicho perfil cortante corte dicho material del humor vítreo que entra en dicho orificio de entrada;

25 donde dicho perfil cortante comprende una parte cortante que se extiende a lo largo de una dirección que está inclinada de acuerdo con un ángulo de inclinación predeterminado (α) con respecto a dicho eje longitudinal, de modo que dicha parte cortante inclinada lleve a cabo una retirada progresiva de dicho humor vítreo durante dicho movimiento relativo de dicho tubo interno con respecto a dicho tubo externo.

[0020] De esta manera, hay un flujo casi continuo de material del humor vítreo a través del tubo interno.

30 **[0021]** Al contrario que con una parte cortante recta, con la que el corte es muy brusco, la fuerza cortante permanece siempre activa; y, por lo tanto, la acción de corte es continua como un efecto tijera, reduciendo el efecto de fatiga sobre la retina. Dicha parte cortante inclinada es una parte cortante adicional que se añade a una parte cortante principal que está situada en un plano ortogonal a dicho eje longitudinal. Dicha parte cortante inclinada está dispuesta en una superficie lateral de dicho tubo interno.

35 En una realización preferida, dicha parte cortante principal es el borde de un extremo abierto de dicho tubo interno, enfrentado a dicho extremo cerrado de dicha parte de tubo principal. Preferentemente, dicho ángulo de inclinación (α) se establece entre 60° y 30°, en particular entre 50° y 40°.

Preferentemente, dicha abertura está dispuesta en una superficie lateral de dicho tubo interno y es un agujero alargado que tiene dos partes cortantes paralelas inclinadas.

40 Preferentemente, dicha abertura está dispuesta en una superficie lateral de dicho tubo interno y está a una distancia mínima predeterminada de una parte terminal de dicho tubo interno, en particular dicha distancia mínima es más corta que un diámetro de dicho al menos un orificio de entrada, más en particular más corta que el 70 % de la extensión axial de dicho al menos un orificio de entrada. Dicha abertura tiene un tamaño más pequeño que dicho orificio de entrada, en particular menor del 50 % de dicho orificio de entrada, más en particular menor del 20 % de un área de paso de dicho orificio de entrada.

45 Preferentemente, dicho perfil cortante de dicha abertura es un perfil curvo.

Preferentemente, dicha abertura es una abertura en forma de V. Alternativamente, puede ser una abertura circular.

Ventajosamente, se proporciona una pluralidad de aberturas circulares alineadas entre sí y oblicuas con respecto a dicho eje longitudinal.

50 Preferentemente, dicho tubo interno comprende una pluralidad de aberturas dotadas de respectivos perfiles cortantes.

Ventajosamente, dichas aberturas se extienden a lo largo de direcciones respectivas sustancialmente paralelas entre sí.

Breve descripción de los dibujos

[0022] Las características y las ventajas de la invención son clarificadas por la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1 y 2 muestran una vista frontal de una parte de una sonda de vitrectomía, de acuerdo con una realización de la invención, en dos etapas diferentes de un recorrido del tubo interno 3 con respecto al tubo externo 2;
- la figura 3 muestra una parte de una sonda de vitrectomía de acuerdo con otra realización de la invención;
- las figuras 4 y 5 muestran una vista lateral de la parte de una sonda de vitrectomía de las figuras 1 y 2, donde se representa esquemáticamente la acción de corte en el humor vítreo;
- las figuras 6 a 11 muestran sondas de vitrectomía de acuerdo con realizaciones adicionales de la invención;
- las figuras 12 y 13 muestran una vista frontal de una parte de una sonda de vitrectomía, de acuerdo con aún una realización adicional de la invención, en dos etapas diferentes de un recorrido del tubo interno 3 con respecto al tubo externo 2;
- las figuras 14 y 15 muestran una vista frontal y una lateral, respectivamente, de un tubo externo de una sonda de vitrectomía;
- las figuras 16 y 17 muestran una vista frontal y una lateral, respectivamente, de un tubo interno de una sonda de vitrectomía como en las figuras 1, 2.

Descripción de una realización preferida ejemplar

[0023] Con referencia a las figuras 1 y 2, una sonda de vitrectomía de acuerdo con una realización de la presente invención se indica globalmente mediante el número de referencia 1. La sonda de vitrectomía 1 tiene un eje longitudinal 1a y comprende, en su zona cortante activa, dos tubos 2 y 3, preferentemente dos tubos cilíndricos, que son móviles mutuamente para cortar el material a retirar, que consiste en fragmentos de membranas y humor vítreo, indicado indistintamente a continuación como "humor vítreo" 10 (figuras 3 y 4). Con más detalle, la sonda de vitrectomía 1 comprende un tubo externo 2 y un tubo interno 3 que está al menos parcialmente dispuesto dentro del tubo externo 2 y es móvil con respecto a este a lo largo del eje longitudinal 1a. Los dos tubos 2 y 3 pueden identificarse sustancialmente como cuerpos cilíndricos huecos que tienen ejes longitudinales respectivos sustancialmente coincidentes entre sí y, más específicamente, coincidentes con el eje longitudinal 1a. El tubo externo 2 tiene una parte de extremo cerrado 2a y un orificio de entrada 2b que permite que el humor vítreo 10 entre en el tubo externo 2. El orificio de entrada 2b está fabricado en la superficie lateral del tubo externo 2, próximo a la parte de extremo cerrado 2a.

[0024] En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, el orificio de entrada 2b está definido por un borde de contraste proximal 2c junto a la parte de extremo cerrado 2a y por un borde de contraste distal 2d más alejado de la parte de extremo cerrado 2a. En esta realización, el borde de contraste proximal 2c y el borde de contraste distal 2d se extienden a lo largo de direcciones respectivas que, en este caso, son sustancialmente paralelas entre sí y son normales al eje longitudinal 1a. Sin embargo, los bordes de contraste 2c y 2d pueden extenderse a lo largo de líneas divergentes, o incluso a lo largo de líneas curvas. Durante la etapa de corte, el humor vítreo 10 choca contra los bordes 2c y 2d, como se describe mejor a continuación. El tubo interno 3 tiene una parte de extremo abierto que se enfrenta al lado interno de la parte de extremo cerrado 2a del tubo externo 2. De esta manera, el humor vítreo 10, que fluye al interior de la sonda de vitrectomía 1 a través del orificio de entrada 2b, también puede fluir al interior del tubo interno 3. Esta parte terminal tiene un borde 3a que puede estar configurado como un borde cortante 3a, para proporcionar una sección cortante 3a.

[0025] El tubo interno 3 tiene una abertura 3b dotada de un perfil cortante. La abertura 3b se fabrica en una superficie lateral del mismo, próxima a la superficie inferior, es decir, la sección terminal inferior 3a.

[0026] El tubo externo 2 y el tubo interno 3 de la sonda 1 de las figuras 1, 2 se muestran con más detalle en las figuras 14, 15 y 16, 17, respectivamente.

[0027] En particular, el área de paso de la abertura 3b realizada en la superficie lateral, es decir, una abertura lateral 3b del tubo interno 3, es más pequeña que el área de paso del orificio de entrada 2b. Preferentemente, el área de paso de la abertura 3b es más pequeña que el 50 % del área de paso del orificio de entrada 2a y, más preferentemente, más pequeña que el 20 % del área de paso del orificio de entrada 2a.

[0028] En particular, el tubo interno 3 puede presentar solo una abertura lateral 3b (figuras 1, 2, 4 y 5) que se extiende a lo largo de una dirección de extensión 3c, es decir, una dirección de extensión 3c. Como alternativa, el tubo interno 3 puede tener una pluralidad de aberturas laterales 3b (figuras 3 y 6-11). En este caso, las direcciones de extensión 3c de las aberturas 3b pueden ser sustancialmente paralelas entre sí (figuras 3, 6-11). En el mismo caso, las longitudes de las aberturas laterales 3b, medidas sustancialmente a lo largo de las direcciones de extensión 3c, son ventajosamente iguales entre sí. En el mismo caso, las áreas de paso de las aberturas laterales 3b son sustancialmente iguales entre sí. La dirección de extensión 3c es oblicua con respecto al eje longitudinal 1a. En otras palabras, la dirección de extensión 3c forma un ángulo de inclinación α menor de 90°, con respecto al eje longitudinal 1a. Con más detalle, el ángulo de inclinación α es menor de 80°, preferentemente el ángulo de inclinación α se establece entre 60° y 30° y, más preferentemente, el ángulo de inclinación α se establece entre 50° y 40°.

[0029] El perfil de abertura lateral 3b comprende al menos un borde cortante configurado para llevar a cabo una retirada de humor vítreo 10. Este borde cortante es paralelo a la dirección de extensión 3c y, por lo tanto, es transversal con respecto a los bordes de contraste 2c y 2d de modo que, durante el movimiento mutuo de los dos tubos 2 y 3, lleve a cabo una acción de corte de tipo guillotina, es decir, una acción de corte continua y progresiva similar a la acción de corte

realizada por tijeras o por una cuchilla, como se describe mejor a continuación. En detalle, la abertura lateral 3b puede comprender dos bordes cortantes que preferentemente son sustancialmente paralelos a la dirección de extensión 3c. Con más detalle, la abertura 3b puede comprender un borde cortante distal 3d más alejado de la sección cortante 3a, que, en uso, está ubicado más lejos del interior del paciente y un borde cortante proximal 3e más cercano a la sección cortante 3a, que, en uso, está ubicado más cerca del interior del paciente. Cuando el tubo interno 3 se aproxima a la parte de extremo cerrado 2a, el borde cortante distal 3d retira humor vítreo 10 a través del corte de tipo guillotina, es decir apretando el humor vítreo 10 entre el borde cortante distal 3d y el borde de contraste proximal 2c. Cuando el tubo interno 3 se aleja de la parte de extremo cerrado 2a, el borde cortante 3e retira humor vítreo 10 a través de un corte de tipo guillotina similar, es decir, apretando el humor vítreo 10 entre el borde cortante proximal 3e y el borde de contraste distal 2d.

[0030] Con referencia a las figuras 6-11, en otras realizaciones, cada abertura lateral 3b consiste en una pluralidad de agujeros, por ejemplo, agujeros cilíndricos (figuras 9 y 11), cuyos puntos centrales pertenecen a direcciones de extensión 3c, aún oblicuas con respecto al eje longitudinal 1a de acuerdo con el ángulo de inclinación α anteriormente mencionado.

[0031] En algunas realizaciones, tal como se muestra en las figuras 7 y 8, cada abertura lateral 3b consiste en dos ranuras adyacentes de sustancialmente la misma longitud. Los ejes de estas ranuras forman ángulos de inclinación α con el eje longitudinal 1a. En particular (figura 8), la ranura puede tener dos brazos con ángulos de inclinación α respectivos que son opuestos entre sí y preferentemente tienen sustancialmente la misma amplitud.

[0032] El ángulo o ángulos α de inclinación preferentemente tiene(n) una amplitud más estrecha de 90°, más preferentemente tienen una amplitud establecida entre 60° y 30°, y aún más preferentemente, una amplitud establecida entre 50° y 40°.

[0033] En otra realización, tal como se muestra en la figura 10, una sección lateral, o secciones laterales 3b, consiste(n) en perfiles curvos que tiene(n) direcciones de extensión curvas 3c, cuyos puntos centrales están sustancialmente alineados a lo largo de la dirección del eje longitudinal 1a. Las direcciones de extensión curvas 3c son preferentemente simétricas con respecto al eje longitudinal 1a, por lo tanto, son transversales con respecto al eje longitudinal 1a.

[0034] Cabe mencionar que, en cada una de las realizaciones mencionadas anteriormente, la distancia mínima desde al menos uno de los bordes cortantes proximales 3e de las aberturas laterales 3b desde la sección cortante 3a, medida a lo largo del eje longitudinal 1a, es ventajosamente más corta que la longitud axial del orificio de entrada 2b, es decir que la distancia entre dos bordes cortantes de contraste 2c y 2d, medida a lo largo de la dirección del eje longitudinal 1a.

[0035] Por consiguiente, en el caso de aberturas realizadas a través de superficies tanto laterales como inferiores del tubo interno 3, al menos una de las aberturas inferior y lateral 3a, 3b está dentro del orificio de entrada 2b en cualquier posición relativa actual de los tubos 2 y 3. Más en particular, la distancia mínima anteriormente mencionada es más corta que el 90 % de la longitud axial del orificio de entrada 2b y, más convenientemente, es más corta que el 75 % de esta longitud axial.

[0036] En una realización adicional, no mostrada, la sonda de vitrectomía 1 está dotada de una empuñadura en el lado opuesto de la parte de extremo cerrado 2a, con el fin de permitir que el operador maneje cómodamente el dispositivo, posiblemente junto con una unidad de accionamiento asociada con la sonda de vitrectomía 1.

[0037] De forma detallada, la unidad de accionamiento está configurada para hacer que el tubo interno 3 se mueva relativamente con respecto al tubo externo 2, preferentemente a lo largo del eje longitudinal 1a y, al mismo tiempo, para crear una presión negativa, es decir, un grado de vacío, al menos dentro del tubo interno 3, de modo que se cree una fuerza de succión y se aplique al humor vítreo 10 que es retirado por las secciones cortantes 3a y 3b. Además, la unidad de accionamiento permite ajustar el recorrido del tubo interno 3 con el fin de regular la acción de la abertura 3b. Una unidad de accionamiento adecuada se describe, por ejemplo, en el documento EP2168540A1, párrafos [0005]-[0051].

[0038] En una realización, como se muestra en las figuras 12 y 13, se proporciona una abertura inferior a través de una superficie inferior 3a del tubo interno 3. Ventajosamente, la superficie inferior 3a es oblicua con respecto al eje longitudinal 1a. Con más detalle, el ángulo de inclinación β es menor de 80°, preferentemente el ángulo de inclinación α se establece entre 60° y 30° y, más preferentemente, el ángulo de inclinación β se establece entre 50° y 40°. Las figuras 12 y 13 muestran etapas de un recorrido del tubo interno 3 con respecto al tubo externo 2 como en las figuras 1 y 2.

[0039] El funcionamiento de la sonda de vitrectomía 1, cuyas realizaciones ejemplares se han descrito anteriormente, se describirá a continuación. Una vez que la parte activa de la sonda, es decir, al menos una parte de conducto 2 y 3, se ha insertado en el globo ocular, la unidad de accionamiento se activa y se acciona para hacer que el tubo interno 3 se traslade, en un movimiento alternativo, con respecto al tubo externo 2, sustancialmente a lo largo del eje longitudinal 1a. De forma casi simultánea, la unidad de accionamiento crea una presión negativa dentro del tubo interno 3.

[0040] Al principio, el tubo interno 3 está básicamente insertado por completo dentro del tubo externo 2, en otras palabras, la abertura 3b está dentro del orificio de entrada 2a, tal como se muestra en las figuras 1 y 12. El tubo interno 3 comienza a trasladarse y, al mismo tiempo, debido a la presión negativa creada dentro del tubo interno 3, el humor vítreo 10 es succionado tanto a través del orificio 2a como a través de la sección 3b. El humor vítreo 10 es apretado entre el borde cortante proximal 3e y el borde de contraste distal 2d y, por consiguiente, el material fibroso del mismo es cortado debido al movimiento de corte de tipo guillotina del tubo interno 3 con respecto al tubo externo 2. Posteriormente, el humor vítreo cortado 10 entra en el tubo interno 3 y es retirado por succión.

[0041] Posteriormente, debido al movimiento alternativo de los tubos 2 y 3, la sección cortante 3a se solapa con el orificio de entrada 2b, de modo que el humor vítreo 10 entra en la sección cortante 3a. El tubo interno 3 invierte su dirección de desplazamiento para que el humor vítreo 10 sea apretado entre la parte de extremo cerrado 2a y la sección cortante 3a y sea cortado por el borde cortante de la sección 3a. Seguidamente, el humor vítreo 10 pasa al interior del tubo interno 3 y, después, es retirado por succión. Finalmente, debido a la inversión de movimiento anterior, la abertura lateral o inferior 3b del tubo interno 3 se solapa de nuevo con el orificio de entrada 2b, causando un corte de tipo guillotina del humor vítreo 10 mediante el borde cortante distal 3d y el borde de contraste proximal 2c, tal como se muestra en la figura 5.

[0042] La presente invención presenta ventajas significativas.

[0043] Una primera ventaja es que la sonda de vitrectomía 1, al retirar de forma continua una cantidad constante de humor vítreo 10, aplica fuerzas de tracción al ojo que son menores y más constantes durante todo el recorrido del tubo interno 3, con respecto a la sonda de vitrectomía de la técnica anterior mencionada anteriormente y, por consiguiente, causa efectos de tensión y fatiga al ojo que son extremadamente más bajos que en el caso de cualquier sonda de vitrectomía de la técnica anterior mencionada anteriormente.

[0044] Otra ventaja significativa se consigue debido a la muy alta precisión y calidad de corte que se realiza mediante la sonda de vitrectomía 1 y, en particular, gracias a la capacidad de las aberturas tanto laterales como laterales inferiores 3b de actuar como una guillotina doble, o múltiple.

[0045] En particular, las aberturas laterales 3b, no realizadas junto al extremo del tubo interno 3, que está junto a la sección cortante 3a, comprenden dos bordes cortantes 3d y 3e que permiten realizar, durante cada ciclo de la sonda de vitrectomía 1, dos escisiones de humor vítreo 10 además del corte que se obtiene de forma ordinaria a través de una posible sección cortante 3a.

[0046] Otra ventaja es que la sonda de vitrectomía 1 puede realizar, en cada ciclo del tubo interno 3, un corte que es progresivo y sustancialmente continuo gracias al ángulo de inclinación específico α y/o β entre los bordes cortantes 3d y 3e y/o la abertura inferior 3a y los bordes de contraste 2c y 2d.

[0047] De hecho, tal como se muestra en la figura 2, la presencia de al menos una abertura lateral 3b y, más específicamente, la relación específica entre la distancia desde uno de los bordes cortantes proximales 3e y la sección cortante 3a, por un lado, y la distancia desde los bordes cortantes de contraste 2c y 2d, por otro lado, provoca ventajosamente un solapamiento entre el orificio de entrada 2a y al menos una de las dos secciones cortantes 3a y 3b. Por lo tanto, la relación específica anterior entre las distancias mencionadas anteriormente permite una acción de corte casi ininterrumpida.

[0048] Esta característica también garantiza que el humor vítreo 10 siempre esté sometido a una fuerza de restauración. Además, esta fuerza de restauración cambia gradualmente, a diferencia del caso de las sondas de vitrectomía convencionales, en las que la fuerza de restauración es pulsátil y cambia casi instantáneamente desde su valor máximo a cero. La invención se define en las siguientes reivindicaciones, siendo otras realizaciones meramente ejemplares.

REIVINDICACIONES

1. Una sonda de vitrectomía (1) para retirar material del humor vítreo (10) de un globo ocular, teniendo dicha sonda de vitrectomía (1) un eje longitudinal (1a) y comprendiendo:
 - un tubo externo (2) con un extremo cerrado (2a) y una superficie lateral, un orificio de entrada (2b) provisto a través de dicha superficie lateral, dicho orificio de entrada (2b) ubicado próximo a dicho extremo cerrado (2a) y configurado para permitir que dicho material del humor vítreo (10) entre en dicho tubo externo (2);
 - un tubo interno (3) dispuesto en dicho tubo externo para moverse relativamente (2) con respecto a dicho tubo externo, teniendo dicho tubo interno (3) un extremo abierto con una parte cortante principal (3a) y una abertura lateral (3b) con una parte cortante adicional (3d, 3e), a través de la cual dicho material del humor vítreo (10) se puede cortar y puede entrar en dicho tubo interno (3), estando configurado dicho tubo interno (3) para estar conectado a una unidad de succión con el fin de retirar por succión cualquier material del humor vítreo (10) que haya entrado en dicho tubo interno (3);
 - una unidad de accionamiento configurada para hacer que dicho tubo externo (2) y dicho tubo interno (3) se muevan relativamente uno con respecto al otro, de tal manera que dicho perfil cortante corte dicho material del humor vítreo (10) que entra en dicho orificio de entrada (2b); en la que la parte cortante adicional (3d, 3e) se extiende a lo largo de una dirección (3c) que está inclinada de acuerdo con un ángulo de inclinación predeterminado (α) con respecto a dicho eje longitudinal (1a), de modo que dicha parte cortante inclinada (3d, 3e) lleve a cabo una retirada progresiva de dicho humor vítreo (10) durante dicho movimiento relativo de dicho tubo interno (3) con respecto a dicho tubo externo (2),**caracterizada por que** el área de dicha abertura lateral (3b) es más pequeña que el área de dicho orificio de entrada (2b).
2. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la parte cortante principal (3a) está situada en un plano ortogonal a dicho eje longitudinal (1a).
3. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha parte cortante principal, (3a) es un borde inclinado de un extremo abierto de dicho tubo interno enfrentado a dicho extremo cerrado de dicha parte de tubo principal.
4. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho ángulo de inclinación (α) se establece entre 60° y 30°, en particular entre 50° y 40°.
5. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha abertura (3b) es un agujero alargado que tiene dos partes cortantes paralelas inclinadas.
6. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha abertura lateral (3b) está a una distancia mínima predeterminada de una parte terminal (3a) de dicho tubo interno (3), en particular dicha distancia mínima es más corta que un diámetro de dicho al menos un orificio de entrada (2b), más en particular más corta que el 70 % de la extensión axial de dicho al menos un orificio de entrada (2b).
7. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha abertura (3b) tiene un tamaño menor del 50 % de dicho orificio de entrada (2b), más en particular menor del 20 % de un área de paso de dicho orificio de entrada (2b).
8. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho perfil cortante de dicha abertura (3b) es un perfil curvo.
9. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha abertura es una abertura en forma de V.
10. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha abertura es una abertura circular.
11. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en la que se proporciona una pluralidad de aberturas circulares alineadas entre sí y oblicuas con respecto a dicho eje longitudinal.
12. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho tubo interno (3) comprende una pluralidad de aberturas (3b) dotadas de respectivos perfiles cortantes (3d, 3e).
13. La sonda de vitrectomía (1) de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en la que dichas aberturas (3b) se extienden a lo largo de direcciones respectivas (3c) sustancialmente paralelas entre sí.

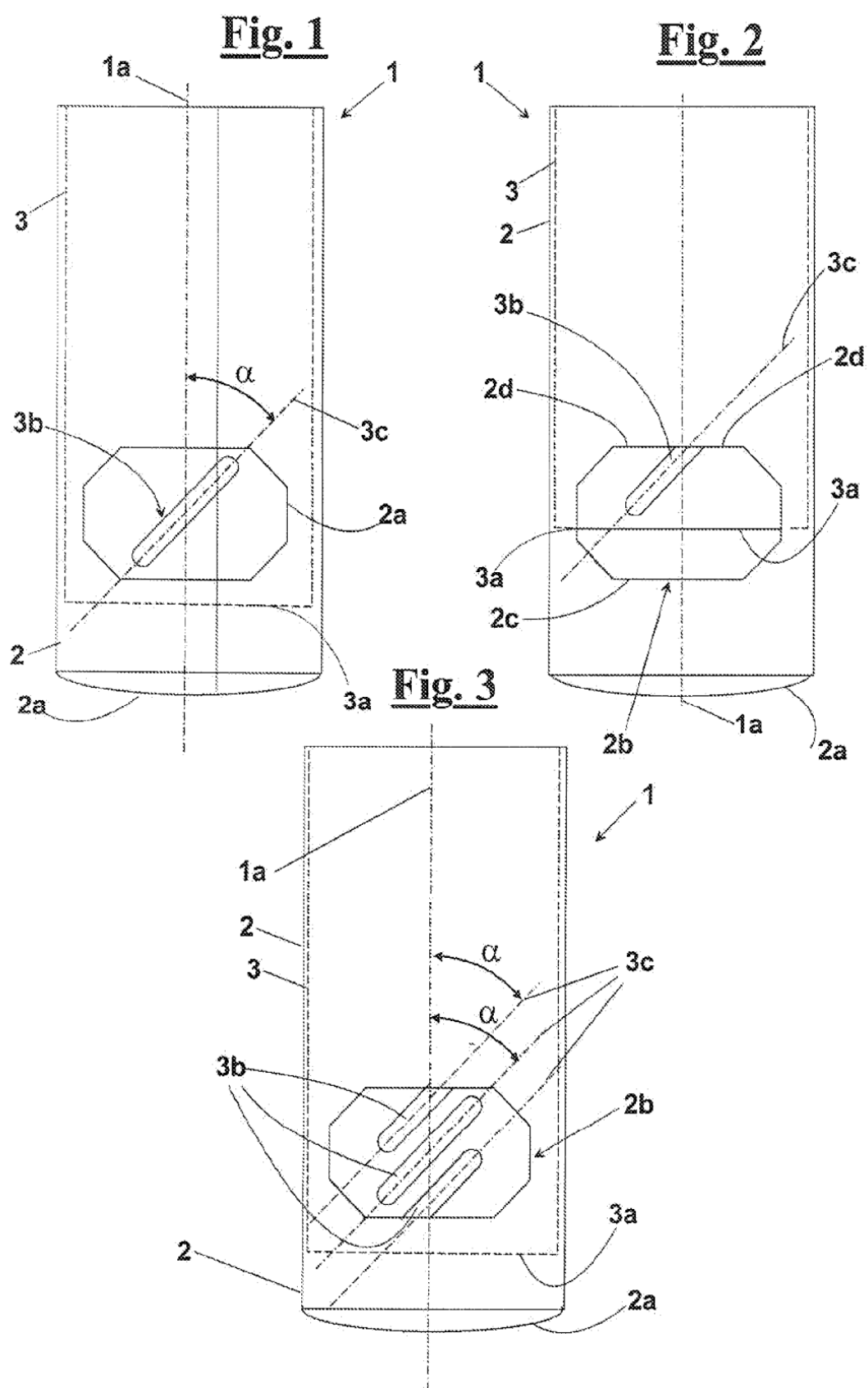


Fig. 4

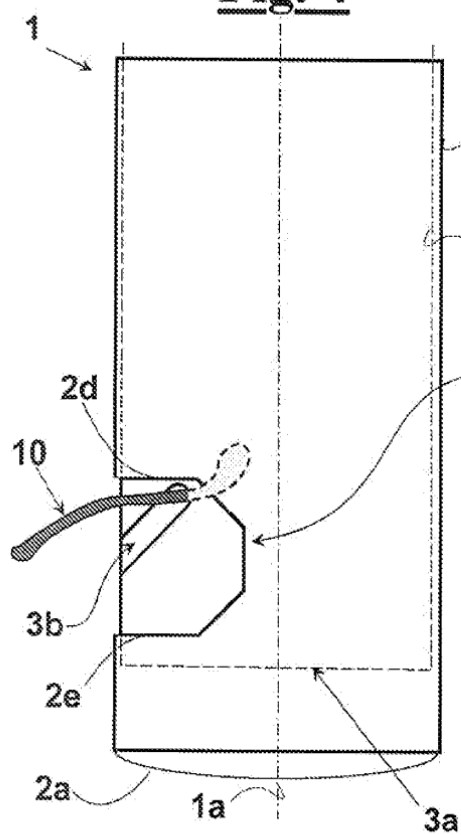


Fig. 5

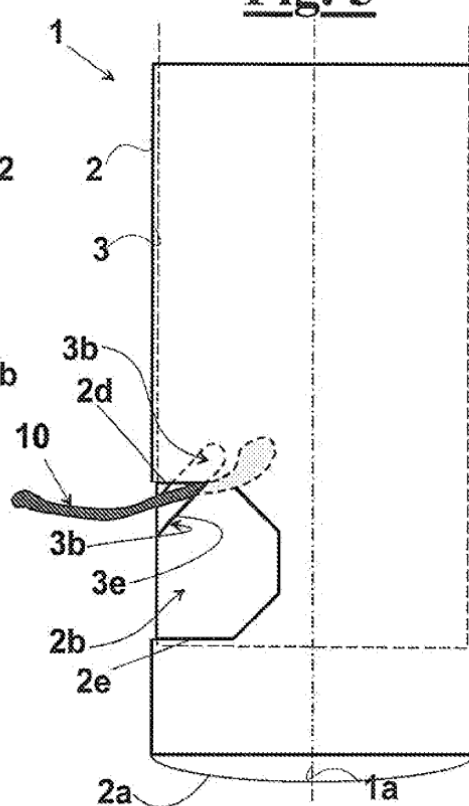


Fig. 6

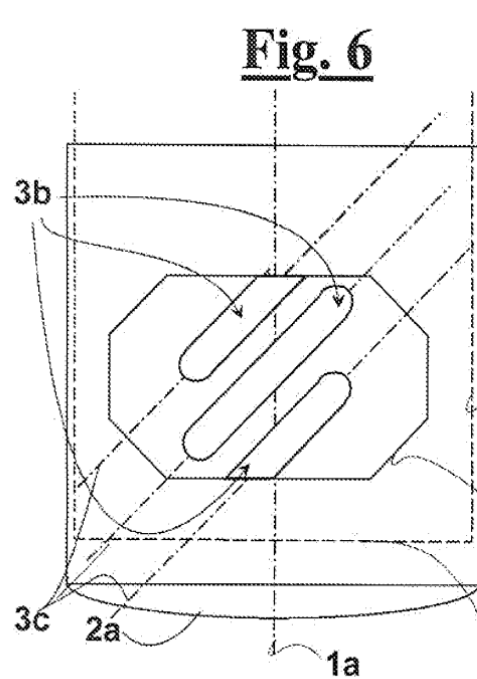


Fig. 7

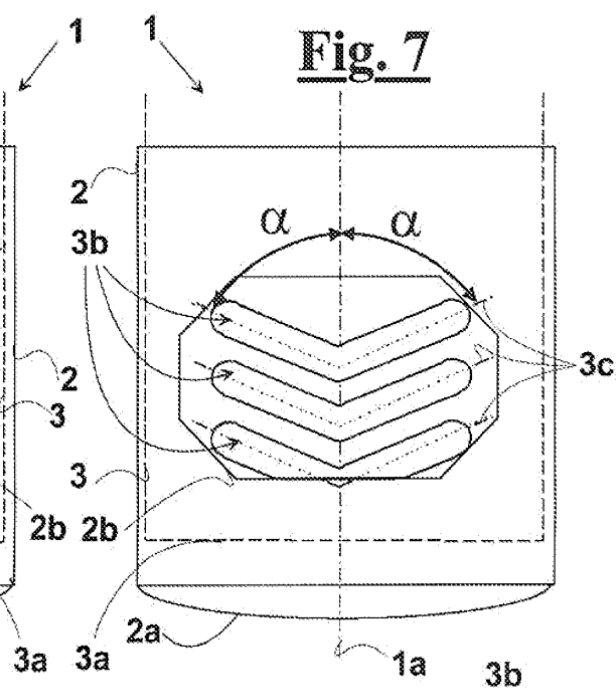


Fig. 8

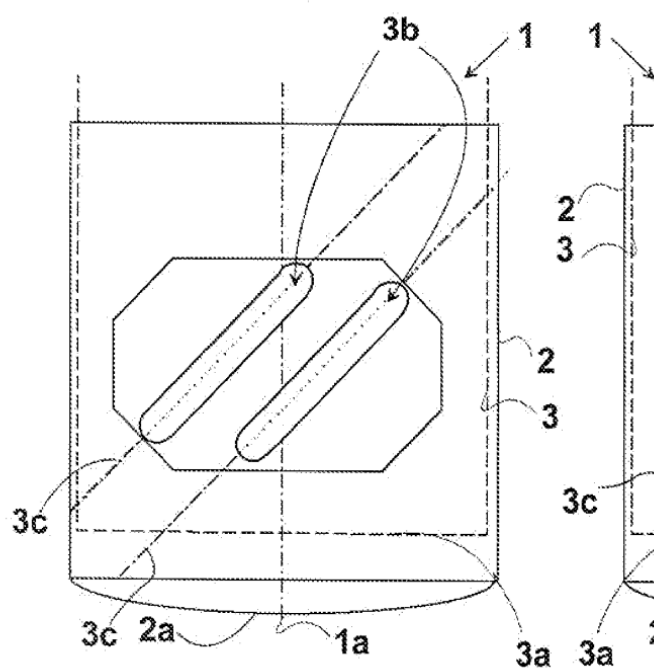


Fig. 9

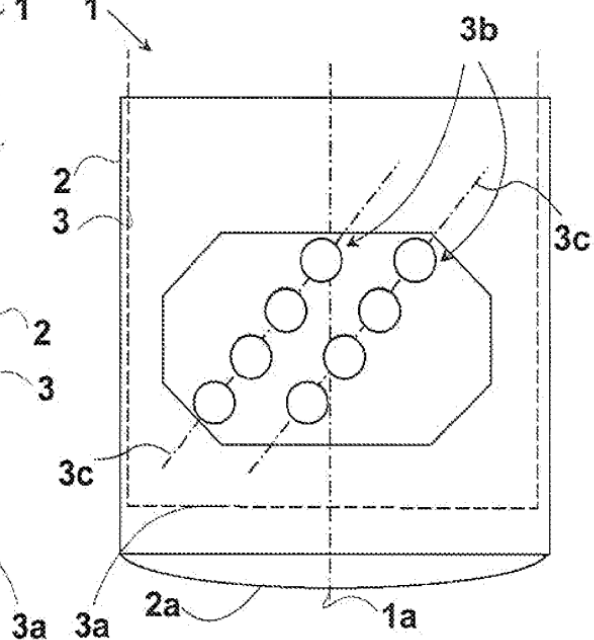


Fig. 10

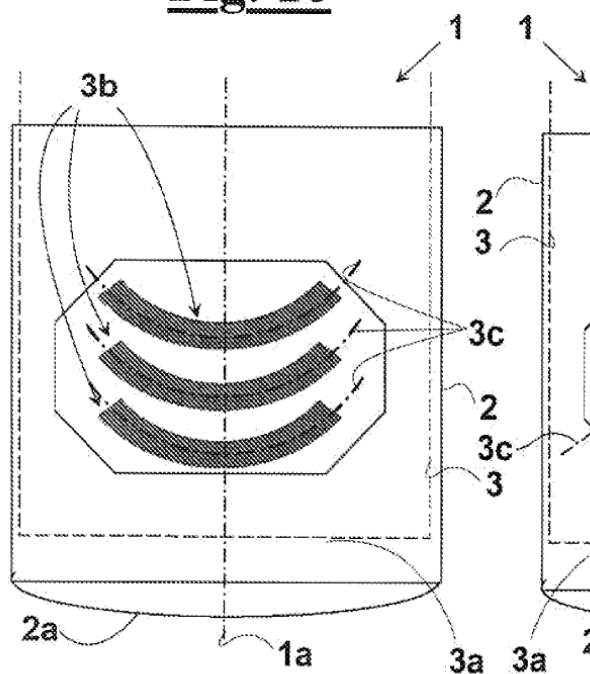


Fig. 11

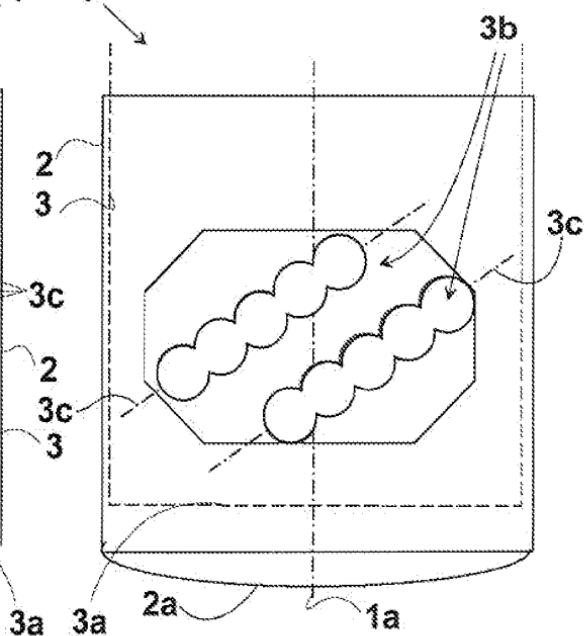


Fig. 12

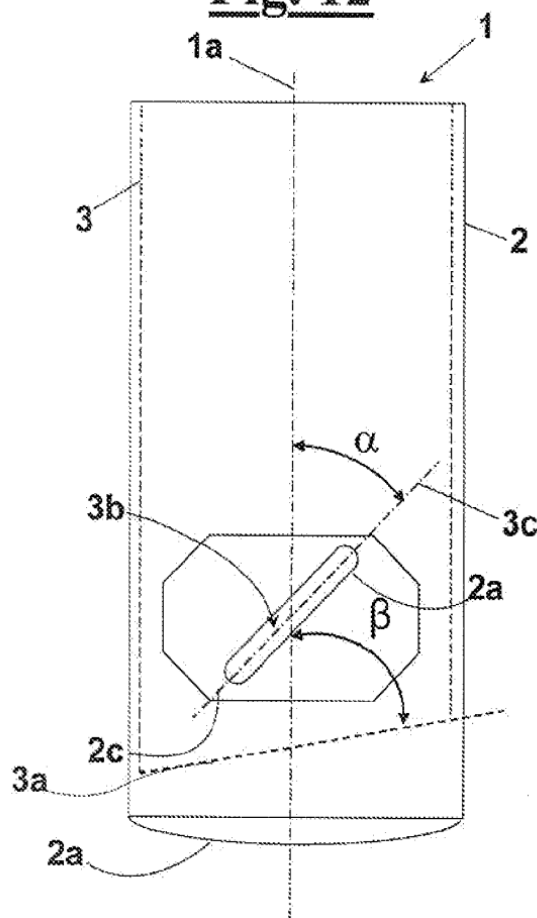


Fig. 13

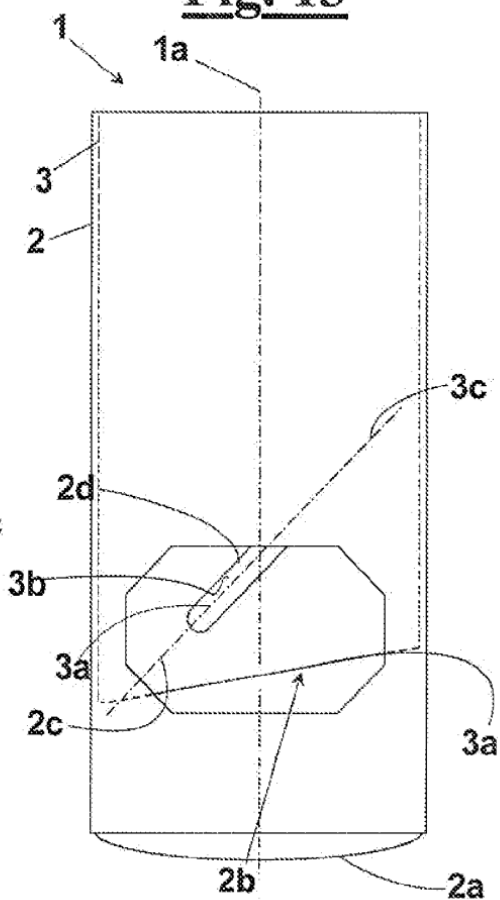


Fig. 14

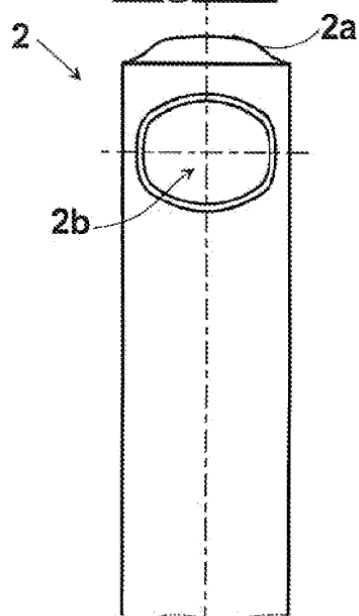


Fig. 15

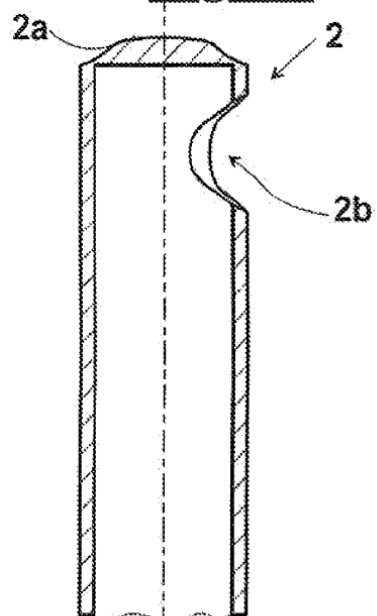


Fig. 16

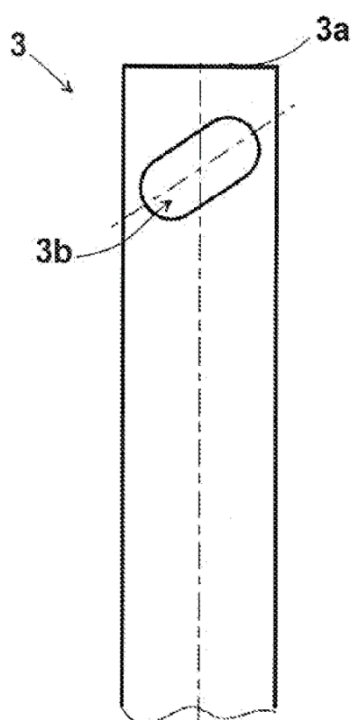


Fig. 17

